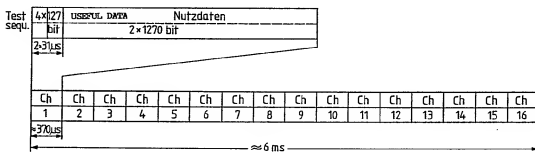


(51) Internationale Patentklassifikation 5 : <p style="text-align: center;">H04L 25/03</p>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/15495 (43) Internationale Veröffentlichungsdatum : 13. Dezember 1990 (13.12.90)
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP90/00873</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 1. Juni 1990 (01.06.90)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 39 18 340.8 6. Juni 1989 (06.06.89) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH [DE/DE]; D-7730 Villingen-Schwenningen (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : KLANK, Otto [DE/DE]; Allenstein Str. 12, D-3160 Lehrte-Arpke (DE). LAABS, Jürgen [DE/DE]; Zehlendorfer Str. 60, D-3017 Pattensen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: EINSEL, Robert; Deutsche Thomson-Brandt GmbH, Patent- und Lizenzabteilung, Göttinger Chaussee 76, D-3000 Hannover 91 (DE).</p> </div> <div style="width: 48%; vertical-align: top;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BB, BE (europäisches Patent), BF (OAPI Patent), BG, BJ (OAPI Patent), BR, CA, CF (OAPI Patent), CG (OAPI Patent), CH (europäisches Patent), CM (OAPI Patent), DE (europäisches Patent)*, DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FI, FR (europäisches Patent), GA (OAPI Patent), GB (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), JP, KP, KR, I.K, LU (europäisches Patent), MC, MG, ML (OAPI Patent), MR (OAPI Patent), MW, NL (europäisches Patent), NO, RO, SD, SE (europäisches Patent), SN (OAPI Patent), SU, TD (OAPI Patent), TG (OAPI Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p> </div> </div>		

(54) Title: PROCESS FOR EQUALIZING SIGNALS BY MEANS OF TEST SEQUENCES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SIGNALENTZERRUNG UNTER ANWENDUNG VON TEST-SEQUENZEN



(57) Abstract

Signals from terrestrial emitters can reach the receiver by reflections over several paths and be superimposed in the receiver. In order to equalize digitally coded signals, test sequences of agreed structure are transmitted before the useful data are transmitted. The test sequences are correlated with a test sequence of the agreed structure stored in the receiver and the result of the correlation, in the form of a channel impact response obtained from a correlation spectrum, is used to control the filter coefficients of a filter arrangement which inversely simulates one of the transmission functions of the transmission channel. The process can be used in the transmission of digitally coded signals by terrestrial emitters.

(57) Zusammenfassung

Bei terrestrischen Sendern kann das Signal z.B. bedingt durch Reflexionen auf mehreren Wegen zum Empfänger gelangen und sich dort überlagern. Zur Signalentzerrung werden bei digital codierten Signalen vor der Übertragung von Nutzdaten Test-Sequenzen vereinbarter Struktur übertragen, die empfangenen Test-Sequenzen mit einer im Empfänger gespeicherten Test-Sequenz der vereinbarten Struktur korreliert und anschließend die als Korrelationsergebnis in Form eines Korrelationsspektrums erhaltene Kanalstoßantwort zur Steuerung der Filterkoeffizienten einer die Übertragungsfunktion des Übertragungskanal invers nachbildenden Filteranordnung verwendet. Das Verfahren ist bei Übertragung digital codierter Signale über terrestrische Sender anwendbar.

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT Österreich	ES Spanien	MG Madagaskar
AU Australien	FI Finnland	ML Mali
BB Barbados	FR Frankreich	MR Mauritien
BE Belgien	GA Gabon	MW Malawi
BF Burkina Faso	GB Vereinigtes Königreich	NL Niederlande
BG Bulgarien	GR Griechenland	NO Norwegen
BJ Benin	HU Ungarn	RO Rumänien
BR Brasilien	IT Italien	SD Sudan
CA Kanada	JP Japan	SE Schweden
CF Zentrale Afrikanische Republik	KP Demokratische Volksrepublik Korea	SN Senegal
CG Kongo	KR Republik Korea	SU Sowjet Union
CH Schweiz	LI Liechtenstein	TD Tschad
CM Kamerun	LK Sri Lanka	TG Togo
DE Deutschland, Bundesrepublik	LU Luxemburg	US Vereinigte Staaten von Amerika
DK Dänemark	MC Monaco	

VERFAHREN ZUR SIGNALENTZERRUNG UNTER ANWENDUNG VON TESTSEQUENZEN

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Signalentzerrung in einem Empfänger für über einen Übertragungskanal übertragene digital codierte Signale bei Mehrwegeempfang nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei drahtloser Signalübertragung im höheren Frequenzbereich gelangt das Signal mitunter auf verschiedenen Wegen zum Empfänger. Neben einem direkten Weg können Reflektionen an Gebäuden oder natürlichen Erhebungen das vom Sender ausgestrahlte Signal auf Umwegen zum Empfänger leiten. Da sich die einzelnen Wege durch ihre Länge sowie ihre Dämpfung unterscheiden, erhält der Empfänger mehrere Signale, die alle die ursprüngliche Information enthalten, sich jedoch durch Amplitude, Laufzeit sowie Phasenwinkel voneinander unterscheiden können. Die Überlagerung dieser Signale ergibt ein zusammengesetztes Signal, bei dem die ursprüngliche Information mehr oder weniger verzerrt ist. Dies kann besonders bei digitalen Signalen zu erheblichen Störungen führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Signalentzerrung zu schaffen, welche die durch

Mehrwegeempfang verursachten Störungen soweit beseitigt, daß wieder das ursprüngliche Signal lesbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmale gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals, wie er am Empfangsort aus den einzelnen Übertragungswegen zusammengesetzt ist, ermittelt. Die Ermittlung dieser Eigenschaften wird in kurzen Zeitabständen wiederholt, damit zwischenzeitlich eingetretene Änderungen, die insbesondere bei beweglichen Empfängern auftreten, berücksichtigt werden können.

Zu diesem Zweck werden Test-Sequenzen vereinbarter Struktur ausgestrahlt, die durch Mehrwegeempfang natürlich den gleichen Verzerrungen unterliegen, wie die Nutzdaten, im Gegensatz zu diesen im Aufbau aber von vorn herein bekannt sind und somit Rückschlüsse auf die im Übertragungskanal stattgefundenen Verzerrungen zulassen. Im einzelnen wird eine Korrelation zwischen der auch im Empfänger gespeicherten Test-Sequenz und der durch Überlagerung verzerrten empfangenen Test-Sequenz durchgeführt.

Das Ergebnis, die Kanalstoßantwort, stellt ein Korrelationspektrum dar, in dem die einzelnen Spektralkomponenten die Wege repräsentieren, auf denen das ursprüngliche Signal vom Sender zum Empfänger gelangt ist. Dieses Spektrum kann dann dazu benutzt werden, eine Filteranordnung zu steuern, die die Übertragungsfunktion des Übertragungskanals weitgehend invers nachbildet. Wenn das überlagerte Signal dann diese Filteranordnung durchlaufen hat, werden die auf dem Übertragungswege eingetretenen

Verzerrungen wieder rückgängig gemacht. Die Einstellung dieser Filteranordnung wird nach jeder Test-Sequenz vorgenommen und bleibt für die Nutzdaten dann bis zur nächsten Test-Sequenz erhalten, da man davon ausgehen kann, daß die ermittelten Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals für eine gewisse Zeit konstant bleiben.

Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Ansprüchen, der weiteren Beschreibung und der Zeichnung, die ein Ausführungsbeispiel veranschaulicht.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 ein Mehrwegeübertragungsmodell mit Entzerrung auf der Empfangsseite,
- Fig. 2 den Aufbau eines Daten-Rahmens, in dem Nutzdaten und Test-Sequenzen übertragen werden,
- Fig. 3 einen Ausschnitt aus einem Datenstrom zur Darstellung der zyklischen Korrelation,
- Fig. 4 ein zyklisches Korrelationsspektrum,
- Fig. 5 Summenfolgen und eine daraus gewonnene Summenfolgenfunktion,
- Fig. 6 eine mögliche Filteranordnung zur inversen Nachbildung der Übertragungsfunktion des Übertragungskanals.

In Fig. 1 gelangt das Sendesignal U_s zu einem Übertragungskanal, der seinerseits drei Übertragungswege umfaßt. Diese Übertragungswege unterscheiden sich durch die Amplitude a , die Laufzeit T und den Phasenwinkel φ . Die Indizes stehen für die Ordnungszahlen der Übertragungskanäle. Am Empfangsort findet eine lineare Überlagerung dieser drei Übertragungswege statt.

Im Empfänger werden dann die Verzerrungen dadurch beseitigt, daß zwei Rückführungen vorgesehen sind, die die inversen Übertragungsfunktionen zweier der drei Übertragungswege besitzen. Indem das empfangene Mehrwegesignal mit umgekehrtem Vorzeichen diesen inversen Übertragungswegen zugeführt und mit sich selbst addiert wird ergibt sich ein Signal U_g , welches nur über den einen, mit Index 1 bezeichneten Weg zum Empfänger gelangt ist.

Um nun die Übertragungseigenschaften des Kanals zu ermitteln, werden Test-Sequenzen vor der eigentlichen Übertragung von Nutzdaten ausgesendet. Eine Rahmenstruktur dieses Datenformats zeigt Fig. 2. Hierbei ist im unteren Teil der Zeichnung ein Hauptrahmen dargestellt, welcher z.B. 16 Datenkanäle umfaßt. Der erste Datenkanal ist im oberen Teil der Zeichnung noch einmal gesondert zeitlich gedehnt herausgezeichnet. Wie die Vergrößerung erkennen läßt, wird zunächst eine Test-Sequenz gesendet, der sich dann die Nutzdaten anschließen. Als Test-Sequenz sind vorzugsweise zwei aufeinanderfolgende M-Sequenzen geeignet, da diese hervorragende Auto- und Kreuzkorrelationseigenschaften aufweisen.

M-Sequenzen sind binäre Sequenzen einer mit einem Polynom der Ordnungszahl n maximal erreichbaren Länge $2^n - 1$. Solche Polynome des Ausdrucks

$$h(x) = h_n \cdot x^n + \dots + h_1 \cdot x + h_0$$
 lassen sich durch rückgekoppelte Schieberegister realisieren. Dabei können h_n , $h_0 = 1$ und die übrigen $h_i = 0$ oder 1 sein. Der Grad n des Polynoms gibt auch die Anzahl der Register des Schieberegisters an. Die Registerausgänge, die durch $h_i = 1$ repräsentiert werden, müssen gemeinsam mit dem Ausgang h_0 mittels EXOR-Gatter verknüpft und mit dem Eingang h_n verbunden werden. Vor dem Ablauf des Schieberegisters

sind die Register zu setzen, auf keinen Fall dürfen sämtliche Register auf Null liegen.

Wenn der Ausdruck $u = (u_0, u_1, \dots, u_{N-1})$ eine M-Sequenz darstellt, so ist $T^i u$ die um i -Takte zyklisch verzögerte Sequenz u :

$$T^i u = (u_i, u_{i+1}, \dots, u_{N-1}, u_0, \dots, u_{i-1})$$

M-Sequenzen haben im allgemeinen folgende Eigenschaften:

a. Die Periode von u ist $N = 2^n - 1$.

b. Es gibt N unterschiedliche Phasen der Sequenz u :

$$u, T u, T^2 u, \dots, T^{N-1} u.$$

c. Die EXOR-Verknüpfung ergibt:

$$T^i u \oplus T^j u = T^k u \quad \text{für } i \neq j \neq k \quad 0 \leq i, j, k < N$$

d. $u[q]$ wird aus der M-Sequenz u gebildet, indem aus u jedes q te Bit für eine neue Sequenz v benutzt wird ($v_i = u_{q \cdot i \bmod N}$). $u[q]$ hat die Periode $N/\gcd(N, q)$, d.h. $u[q]$ ergibt nur dann eine M-Sequenz, wenn q ungerade ist und $\gcd(N, q) = 1$ wird ($\gcd(N, q)$ stellt den größten gemeinsamen Teiler von N und q dar).

Z.B. $n = 6$, $N = 63$, $q = 3 \rightarrow \gcd(63, 3) = 3$, periode = $63/3 = 21$,

$u[3]$ ist keine M-Sequenz. $u[5]$ mit $N/\gcd(N, q) = 63$ führt zu einer M-Sequenz.

e. Das reziproke Polynom einer M-Sequenz ergibt eben falls eine M-Sequenz.

$$h'(x) = x^n \cdot h(x^{-1}) = h_0 \cdot x^n + \dots h_{n-1} \cdot x + h_n$$

$$u = h(x) \text{ wird } u[q] = h'(x) \text{ wenn } q = 2^{n-1} - 1 = (N-1)/2$$

f. Das Autokorrelationsspektrum von M-Sequenzen hat nur zwei Werte

$$Q_u(1) = N \quad \text{für } l=0 \bmod N \quad \text{wenn als binäres Wertepaar}$$

$$Q_u(1) = -1 \quad \text{für } l=0 \bmod N \quad -1/1 \text{ benutzt werden}$$

Um das Korrelationsspektrum von Anteilen freizuhalten, die durch zusätzliche Überlagerung mit Nutzdaten entstanden sind, werden zwei M-Sequenzen als Test-Sequenzen übertragen. Diese beiden M-Sequenzen sind identisch. Die Länge der M-Sequenzen ist so gewählt, daß die maximal erwarteten Laufzeitendifferenzen der einzelnen Übertragungswege nicht länger als die einer einzelnen M-Sequenz sind. Beim überlagerten Signal gibt es dann einen Abschnitt im Datenstrom, in dem nur Signalanteile vorhanden sind, die aus der Überlagerung von M-Sequenzen entstanden sind, also keine zusätzlichen Nutzdaten enthalten. Dieser Zeitpunkt tritt ein, wenn gerade die zweite der gesendeten M-Sequenzen über den Übertragungsweg der geringsten Laufzeit, also zuerst am Empfänger eintrifft.

In Fig. 3 ist dieser mit M2 bezeichnete Abschnitt dargestellt. Durch die darunter gezeichnete vorgegebene M-Sequenz MV1 soll angedeutet werden, daß dieser markierte Abschnitt M2 des Datenstroms mit der vorgegebenen M-Sequenz zyklisch korreliert wird. Die zyklische Korrelation wird in mehreren Schritten durchgeführt, die nachfolgend erläutert werden. Zunächst wird jedes Byte des Abschnittes M2 mit dem darunterliegenden Bit oder Byte der M-Sequenz MV1 multipliziert. Bei dem Abschnitt ist deshalb vom Byte die

Rede, da die durch Überlagerung entstandenen Additionen und Subtraktionen der Signalanteile wertemäßig genau dargestellt werden. Die in diesem ersten Schritt sich ergebenden Produkte werden addiert und das Additionsergebnis ergibt die erste Einzelkomponente des Korrelationsspektrums.

Anschließend wird nun der Abschnitt M2 gegenüber der M-Sequenz MV1 oder auch umgekehrt um ein Byte verschoben. Dabei wird allerdings das über den Abschnitt hinausverschobene Byte umgeklappt, wie es die darunter gezeichnete M-Sequenz MV2 darstellt, und wiederum mit dem ersten Byte des anderen Datenwortes im Abschnitt M2 multipliziert, so daß jeweils wieder sämtliche Bytes des Abschnittes M2 und der M-Sequenz MV2 in die Multiplikation einbezogen werden. Nach Addition der Produkte ergibt sich die zweite Einzelkomponente des Korrelationsspektrums. Diese Schritte werden über den noch dargestellten dritten Schritt mit der verschobenen M-Sequenz MV3 solange wiederholt bis alle Einzelkomponenten ermittelt worden sind.

Nachfolgend sind noch einmal zusammengefaßt die mathematischen Funktionen dargestellt, die die M-Sequenz, das Mehrwegesignal, die Korrelation und die Stoßantworten beschreiben. Dabei wird für die Stoßantworten unterschieden, ob das Wertepaar der M-Sequenz -1/+1 oder 0/+1 beträgt.

$$u = (u_0, u_1, \dots, u_{N-1}) \quad \text{M-Sequenz}$$

$$x_i = a_j \cdot u_{(i-j \bmod N)} \quad i, j = 0 \dots N-1 \quad \text{Mehrwegesignal}$$

$$Q_{u,x}(1) = u_i \cdot x_{(i+1 \bmod N)} \quad \text{Korrelation}$$

$$Q_k = Q_{u,x}(i) \quad i = 0 \dots N-1$$

$$c_j = (Q_{u,x}(j) + Q_k) / 2^n \quad \text{Stoßantwort für Wertepaar } -1/1$$

$c_j' = (Q_{u,x}(j) + Q_k) / 2^{n-2}$ Stoßantwort für Werte-
paar 0/1

Ein mögliches Korrelationsspektrum, das sich bei einem Überlagerungssignal mit einer M-Sequenz ergibt, ist in Fig. 4 dargestellt. Die Wertepaare, die bei der M-Sequenz benutzt wurden, sind hier -1 und +1.

In der Praxis besteht ein Problem darin, den vorerwähnten Abschnitt M2 für die zyklische Korrelation aus dem Datenstrom zu identifizieren. Zwar könnte man permanent eine zyklische Korrelation durchführen, der hierfür erforderliche Rechenaufwand wäre allerdings unvertretbar hoch. Im Prinzip ist dieser Weg möglich, denn man könnte als Kriterium für den Zeitpunkt der Korrelation mit dem Abschnitt M2 ein Korrelationsspektrum werten, bei dem ausgeprägte Einzelkomponenten vorhanden sind, während bei anderen Variationen, in denen auch Korrelationsberechnungen mit Nutzdaten durchgeführt werden, keine ausgeprägten Einzelkomponenten hervortreten.

Um die Identifikation des Abschnittes mit geringerem Rechenaufwand zu ermöglichen, wird ein Korrelationsverfahren mit insgesamt wesentlich weniger Multiplikationsschritten durchgeführt. Hierbei wird der aus M-Sequenzen und Nutzdaten gebildete überlagerte Datenstrom jeweils über die Länge einer M-Sequenz mit den gespeicherten M-Sequenzen durchlaufend korreliert, in dem ein Teil des Datenstrom der Länge einer M-Sequenz bytewise mit den gespeicherten M-Sequenzen multipliziert wird und die Multiplikationsergebnisse addiert werden. Dann wird ein um ein Byte verschobener Teil aus dem Datenstrom ausgewählt und die Multiplikations- und Additionsschritte für diesen und die folgenden Teile durchgeführt. Im Gegensatz zu der

vorbeschrieben zyklischen Korrelation könnte dieser Vorgang als serielle Korrelation bezeichnet werden.

Ein mögliches Korrelationsspektrum, das sich ergibt, wenn ein Signal auf zwei Wegen zum Empfänger gelangt, ist in Fig. 5a dargestellt. Die vier herausragenden Einzelkomponenten kommen dadurch zustande, daß die Korrelation bei jeder zeitlichen Deckung der im Datenstrom vorhandenen M-Sequenzen mit der im Empfänger gespeicherten M-Sequenz eine solche Stoßantwort liefert. Da die M-Sequenzen zweimal hintereinander übertragen werden und auf zwei Wegen zum Empfänger gelangen, erscheinen also vier Einzelkomponenten.

Die sich ergebenden Korrelationswerte werden nun mit den um eine M-Sequenz verzögerten, vorher in gleicher Weise ermittelten Korrelationswerten multipliziert. Die Produkte mit negativem Vorzeichen werden nicht berücksichtigt und entfallen. Das Produktspektrum zeigt Fig. 5b, wobei nunmehr zwei Einzelkomponenten auftreten. Die sich ergebenden Produkte werden anschließend über der Länge einer M-Sequenz aufaddiert.

Das Resultat dieser Addition führt zu einer treppenartigen fortlaufenden Summenfunktion, wie sie in Fig. 5c dargestellt ist. Diese Summenfunktion erreicht ihren Maximalwert, wenn reine M-Sequenzen miteinander korreliert werden. Diese Eigenschaft läßt sich für die Identifikation des Abschnittes M2 ausnutzen. Der exakte Anfang dieses Abschnittes M2 liegt nämlich von der abfallenden Flanke nach dem Maximalwert S_{\max} aus betrachtet um die Länge einer M-Sequenz vor dieser Flanke.

Nachdem nun dieser Abschnitt M2 im Datenstrom festgestellt worden ist, kann die eigentliche zyklische Korrelation zur

Ermittlung der Kanalstoßantwort durchgeführt werden, so wie im Zusammenhang mit Fig. 3 beschrieben ist.

Bei mehrstufigen Übertragungsverfahren, z.B. 4 PSK Übertragung, kann durch Phasendrehung auf dem Übertragungswege der Fall eintreten, daß die in dem einen Kanal übertragenen M-Sequenzen beim Empfang nicht mehr in diesem sondern im anderen Kanal auftreten. Das ist bei der 4 PSK Übertragung dann der Fall, wenn eine Phasendrehung um 90° stattfindet. Bei anderen Phasenlagen kommen sowohl in dem einen Kanal als auch in dem anderen Kanal Teile der M-Sequenzen des überlagerten Datenstroms vor. Würde man für jeden Kanal gesonderte M-Sequenzen übertragen, so kann es bei der Auswertung zu Störungen kommen. Zweckmäßig erweist es sich deshalb, die M-Sequenzen senderseitig nur in einem Kanal zu übertragen aber auf der Empfängerseite beide Kanäle auszuwerten.

Fig. 6 zeigt eine Filteranordnung, die durch Steuerung mit den im Korrelationsspektrum ermittelten Komponenten so gesteuert werden kann, daß eine näherungsweise inverse Nachbildung der Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals erzielt wird. Diese besteht zunächst aus einem Matched-Filter 1 der dargestellten Struktur. Es wird angenommen, daß die Stoßantwort x_1 des noch nicht entzerrten Übertragungskanals die am Eingang des Matched-Filters 1 angedeutete Struktur besitzt. Die Filtercharakteristik wird durch Koeffizienten C_0 , C_1 und C_2 eingestellt, die den im Korrelationsspektrum aufgefunden Einzelkomponenten entsprechen. Nach Summierung der einzelnen Wege ergibt sich ein Spektrum x_2 , das z.B. für drei unterschiedliche Übertragungswege eine herausragende Hauptkomponente und davor und dahinterliegende, kleinere Nebekomponenten umfaßt.

Das Spektrum x_2 wird nun über einen Equalizer 2 geführt, dessen Koeffizienten sich aus dem erhaltenen modifizierten Spektrum x_2 am Ausgang des Matched-Filters ergeben. Das am Ausgang des Equalizers liegende Spektrum x_3 ist dann so gefiltert, daß die vor der Hauptkomponente angeordneten Komponenten noch mehr gedämpft erscheinen, während allerdings die dahinter liegenden Komponenten weitgehend unverändert bleiben.

Dem Equalizer 2 schließt sich nun noch ein Feedback-Equalizer 3 an, dessen Struktur ebenfalls dargestellt ist. Die Koeffizienten des Feedback-Equalizers ergeben sich wieder aus den Komponenten des Spektrums x_3 am Ausgang des Equalizers 2. Am Ausgang des Feedback-Equalizers 3 tritt ein Spektrum x_4 auf, bei dem praktisch nur noch die Hauptkomponente vorhanden ist, während die nachfolgenden Teilkomponenten praktisch ausgelöscht und lediglich die davor liegenden Teilkomponenten noch gerade erkennbar sind. Der Wert dieser Hauptkomponente im Vergleich zu den benachbarten Komponenten ist jedoch so groß, daß nun eine eindeutige Unterscheidung getroffen und nun die übertragenen Nutzdaten sicher ausgewertet werden können.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Signalentzerrung in einem Empfänger für über einen Übertragungskanal übertragene digital codierte Signale bei Mehrwegeempfang, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Übertragung von Nutzdaten Test-Sequenzen vereinbarter Struktur übertragen werden, daß die empfangenen Test-Sequenzen mit einer im Empfänger gespeicherten Test-Sequenz der vereinbarten Struktur korreliert werden und daß die als Korrelationsergebnis in Form eines Korrelationsspektrums erhaltene Kanalstoßantwort zur Steuerung der Filterkoeffizienten einer die Übertragungsfunktion des Übertragungskanals invers nachbildenden Filteranordnung verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Test-Sequenzen jeweils zwei identische M-Sequenzen unmittelbar nacheinander übertragen werden, daß eine zyklische Korrelation der gespeicherten M-Sequenz mit einem Abschnitt des aus Nutzdaten und M-Sequenzen zusammengesetzten und bei Mehrwegeempfang zeitversetzt überlagerten Datenstroms durchgeführt wird, wobei der Abschnitt durch die im Empfänger jeweils zuerst eintreffende zweite M-Sequenz vorgegeben ist, indem die gespeicherte M-Sequenz mit dem Abschnitt des Datenstroms byteweise multipliziert wird, die Multiplikationsergebnisse addiert werden und daß nach Verschiebung des Abschnittes gegenüber der gespeicherten M-Sequenz um ein Byte die Multiplikations- und Additionsschritte solange wiederholt werden, bis jedes

Byte des Abschnittes mit jedem Byte der gespeicherten M-Sequenz einmal multipliziert worden ist und sich aus den erhaltenen Additionsergebnissen eine Summenfolge der gleichen Länge wie die M-Sequenz ergibt als Korrelationsspektrum ergibt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Ermittlung des Abschnittes fortlaufend der aus M-Sequenzen und Nutzdaten gebildete Datenstrom jeweils über die Länge einer M-Sequenz mit der gespeicherten M-Sequenz durchlaufend korreliert wird, indem ein Teil des Datenstroms der Länge einer M-Sequenz byteweise mit der gespeicherten M-Sequenz multipliziert wird, die Multiplikationsergebnisse addiert werden, ein um ein Byte verschobener Teil aus dem Datenstrom ausgewählt wird und die Multiplikations- und Additionsschritte für diesen und die folgenden Teile durchgeführt werden, daß die Korrelationswerte mit den um eine M-Sequenz verzögerten Korrelationswerten multipliziert werden und die sich ergebenden Produkte über der Länge einer M-Sequenz aufaddiert werden und daß von der so entstandenen fortlaufenden Summenfunktion der Maximalwert ausgewertet wird und der vor der abfallenden Flanke nach dem Maximalwert der Summenfunktion liegende Abschnitt des Datenstroms mit einer Länge gleich der Länge einer M-Sequenz als Abschnitt für die zyklische Korrelation ausgewählt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Periodendauer der Test-Sequenzen so gewählt ist, daß sie größer als die größte Laufzeitdifferenz des Übertragungskanals ist.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei mehrstufigen

Übertragungsverfahren, wie z.B. 4 PSK Übertragung, die Test-Sequenzen nur in einem Kanal übertragen, während im anderen Kanal im gleichen Zeitabschnitt nur gleiche Werte z.B. Nullen oder Einsen übertragen werden, während die Korrelation in beiden Kanälen durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Summenfunktionen durch kombinierte Auswertung der zeitlich übereinstimmenden Korrelationswerte aus beiden Kanälen gebildet werden.

FIG.1

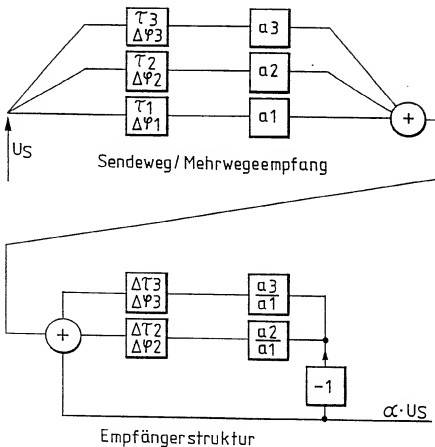
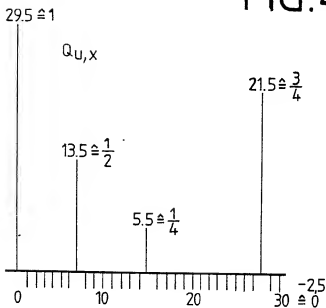


FIG.4



M-Sequenz: $u_i \quad i = 0 \dots 30$

Überlagerung:

$$x_i = U_i + .5 \cdot U_{i-7} + .25 \cdot U_{i-15} + .75 \cdot U_{i-28}$$

zyklische Korrelation $Q_{u,x}$

FIG. 2

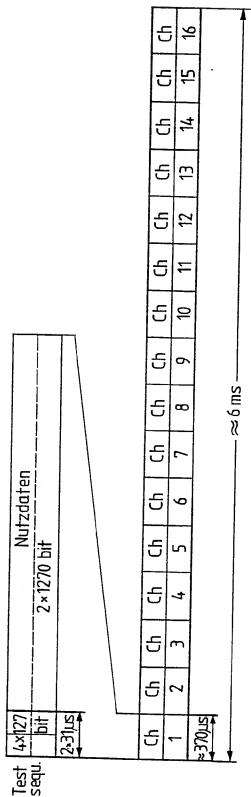


FIG.3

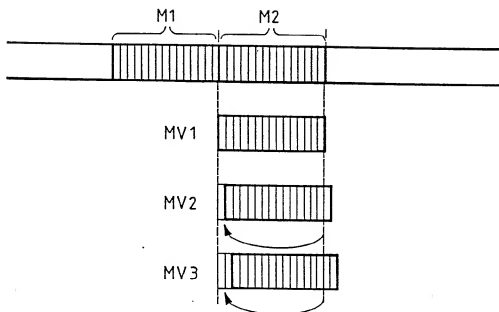


FIG.5a

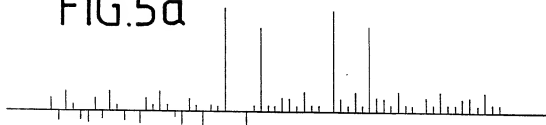


FIG.5b

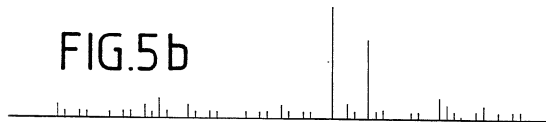


FIG.5c

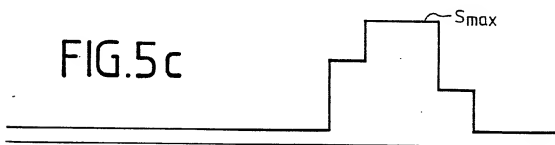
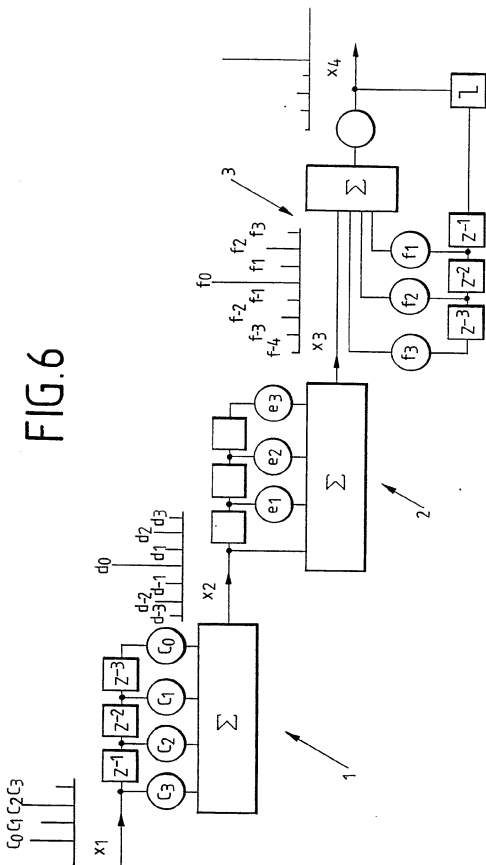


FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/EP 90/00873

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl. ⁵ H 04 L 25/03

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁷

Classification System

Classification Symbols

Int. Cl. ⁵ H 04 L, H 04 B

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *

Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	DE, A, 3540716 (LICENTIA-PATENT-VERWALTUNGS- GmbH) 21 May 1987, see page 3, lines 24-27; abstract	1
A	--	2-6
X	DE, A, 3246525 (LICENTIA-PATENT-VERWALTUNGS- GmbH) 20 June 1984, see page 6, lines 1-12; abstract	1
A	--	2-6
X	US, A, 4441192 (KITA) 3 April 1984, see column 1, line 56 - column 2, line 6; column 4, lines 50-65	1
A	-----	2-6

* Special categories of cited documents: ¹⁰

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

22 August 1990 (22.08.90)

Date of Mailing of this International Search Report

21 September 1990 (21.09.90)

International Searching Authority

European Patent Office

Signature of Authorized Officer

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

EP 9000873

SA 37461


This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 12/09/90. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A- 3540716	21-05-87	None	
DE-A- 3246525	20-06-84	None	
US-A- 4441192	03-04-84	JP-A- 57044339	12-03-82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 90/00873

I. KLASSEIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl. ⁵	H 04 L 25/03	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	H 04 L, H 04 B	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	DE, A, 3540716 (LICENTIA-PATENT-VERWALTUNGSGmbH) 21. Mai 1987 siehe Seite 3, Zeilen 24-27; Zusammenfassung	1
A	--	2-6
X	DE, A, 3246525 (LICENTIA-PATENT-VERWALTUNGSGmbH) 20. Juni 1984 siehe Seite 6, Zeilen 1-12; Zusammenfassung	1
A	--	2-6
X	US, A, 4441192 (KITA) 3. April 1984 siehe Spalte 1, Zeile 56 - Spalte 2, Zeile 6; Spalte 4, Zeilen 50-65	1
A	-----	2-6
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. August 1990		21. 09. 90
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		F.W. HECK 

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 9000873

SA 37461

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 12/09/90
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A- 3540716	21-05-87	Keine	
DE-A- 3246525	20-06-84	Keine	
US-A- 4441192	03-04-84	JP-A- 57044339	12-03-82